



54890

(19)

(11) Publication number:

2000310157 A

Generated Document.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 11119015

(51) Intl. Cl.: F02F 1/36 F01P 3/02 F02F 1/40

(22) Application date: 27.04.99

(30) Priority:

(43) Date of
application publication: 07.11.00(84) Designated
contracting states:

(71) Applicant: MAZDA MOTOR CORP

(72) Inventor: KASHIMOTO MASAOKI
SHIBAKAWA MANABU
YAMAGATA NAOYUKI

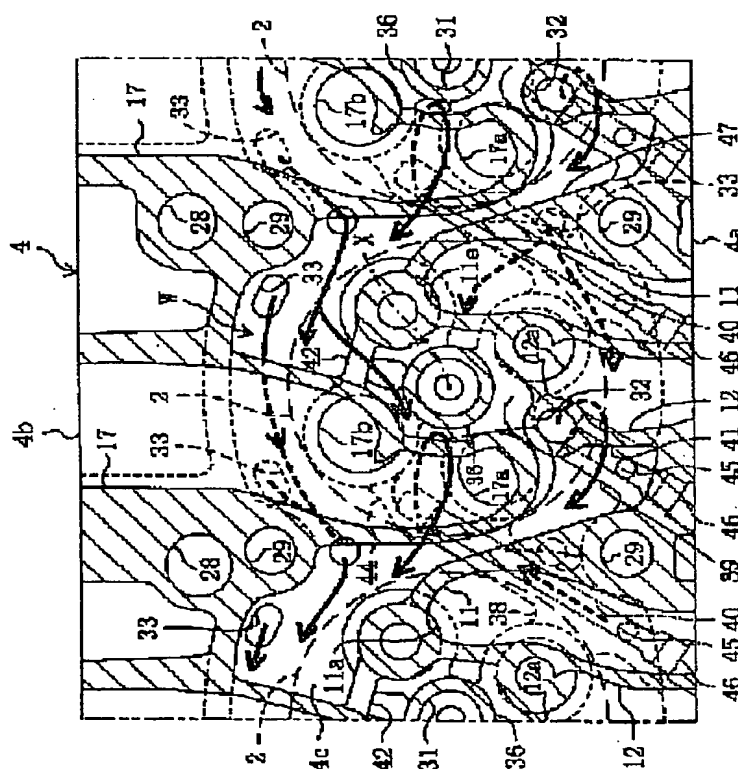
(74) Representative:

(54) CYLINDER HEAD
STRUCTURE FOR
MULTIPLE CYLINDER
ENGINE

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve reliability while coping with the high output of an engine, by increasing the coolingness in the vicinity of a cylinder axis center having a high load, and the rigidity of a cylinder head around a cylinder in particular, in the cylinder head of a series four-cylinder diesel engine having first and second air intake ports as double tangential ports opened within respective cylinders while directed in a cylinder circular peripheral direction, and air intake and exhaust valves alternately and staggeredly arranged in the before and behind direction of the engine (in a cylinder array direction).

SOLUTION: The upper surface of the lower deck part 4c of a cylinder head 4 is nearly at regular intervals and parallelly formed of a first reinforcing rib 38 over from the vicinities of two exhaust port opening parts 17a and 17b at every cylinder 2 through the lower parts of the air intake ports 11 and 12 of the adjoining cylinders 2 to an air intake side wall part 4a, and a second reinforcing rib 39 extending toward a cylinder axis center (x) from the wall part 4a. Cross drill holes 40 and 41 for leading cooling water are provided in both the ribs 38 and 39.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-310157

(P2000-310157A)

(43) 公開日 平成12年11月7日 (2000. 11. 7)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード*(参考)

F 0 2 F 1/36

F 0 2 F 1/36

C 3 G 0 2 4

F 0 1 P 3/02

F 0 1 P 3/02

B

F

H

L

審査請求 未請求 請求項の数17 OL (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平11-119015

(22) 出願日

平成11年4月27日 (1999. 4. 27)

(71) 出願人 000003137

マツダ株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(72) 発明者 榎本 正章

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ

株式会社内

(72) 発明者 柴川 学

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ

株式会社内

(74) 代理人 100077931

弁理士 前田 弘 (外1名)

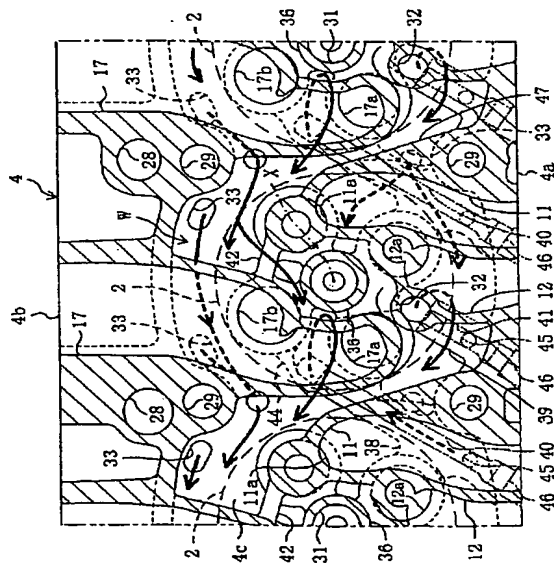
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多気筒エンジンのシリンダヘッド構造

(57) 【要約】

【課題】 第1及び第2吸気ポート11, 12が気筒円周方向に指向しながら各気筒2内に開口するダブルタンジェンシャルポートとされ、吸気及び排気弁13, 18がエンジン前後方向(気筒列方向)に交互にかつ千鳥配置された直列4気筒ディーゼルエンジン1のシリンダヘッド4において、熱負荷の大きな気筒軸心x近傍の冷却性を高めるとともに、シリンダヘッド4の剛性を特に気筒まわりで高めて、エンジンの高出力化に対応しつつ信頼性の向上を図る。

【解決手段】 シリンダヘッド4のロアデッキ部4c上面に、各気筒2毎の2つの排気ポート開口部17a, 17bの近傍から隣接気筒2の吸気ポート11, 12の下方を通して吸気側側壁部4aに至る第1補強リブ38と、吸気側側壁部4aから気筒軸心xに向かって延びる第2補強リブ39とを略等間隔にかつ平行に形成する。両補強リブ38, 39内に冷却水を導くクロスドリル孔40, 41を設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 エンジンのシリンダヘッドに、複数の各気筒毎の吸気及び排気ポートが気筒列方向に交互に配設され、

前記各吸気ポートの下流端は、気筒列方向から見て気筒軸心の左右両側の2カ所でそれぞれ気筒内に開口される一方、上流端はシリンダヘッドにおける左右いずれか一方の吸気側側壁部に開口され、

前記各排気ポートの上流端は、気筒列方向から見て気筒軸心の左右両側の2カ所でそれぞれ気筒内に開口される一方、下流端はシリンダヘッドにおける前記吸気側側壁部とは反対側の排気側側壁部に開口され、

前記吸気及び排気ポートを囲むようにウォータジャケットが形成されているシリンダヘッド構造において、

前記ウォータジャケット内に臨むシリンダヘッドのロアデッキ部上面には、各気筒毎の排気ポートの2つの上流端開口部の近傍から隣接気筒の吸気ポート下方を通して前記吸気側側壁部に至る第1突条が形成され、

前記第1突条の内部には、冷却水を前記排気ポートの2つの上流端開口部間に導くように、該第1突状に沿って冷却水通路が設けられていることを特徴とする多気筒エンジンのシリンダヘッド構造。

【請求項2】 請求項1において、

第1突条は、平面視で気筒列方向に対し斜めになるように略直線状に形成され、かつウォータジャケット内で各気筒の排気ポート周壁部と隣接気筒の吸気ポート周壁部とを接続するものであることを特徴とする多気筒エンジンのシリンダヘッド構造。

【請求項3】 請求項2において、

各気筒毎の吸気ポートの2つの下流端開口部及び排気ポートの2つの上流端開口部は、それぞれ平面視で第1突条の延びる方向に沿って並んで配置されていることを特徴とする多気筒エンジンのシリンダヘッド構造。

【請求項4】 請求項1～3のいずれか1つにおいて、

各気筒毎の吸気ポートの下流端開口部は、排気ポートの上流端開口部よりもウォータジャケット内の冷却水の流れの上流側に配置されており、

第1突条は、その内部の冷却水通路を冷却水がウォータジャケット内の冷却水の流れと略逆方向に流れるように形成されていることを特徴とする多気筒エンジンのシリンダヘッド構造。

【請求項5】 請求項1において、

排気ポートの上流端開口部近傍のロアデッキ部には、第1突条内の冷却水通路からウォータジャケット内へ流れ出た冷却水を気筒軸心に向かうように指向させる冷却水ガイド部が設けられていることを特徴とする多気筒エンジンのシリンダヘッド構造。

【請求項6】 請求項1において、

第1突条近傍のロアデッキ部には、シリンダヘッドのウォータジャケット内にシリンダブロック側から冷却水を

導入する導入孔が設けられ、

少なくとも前記導入孔の近傍では、前記第1突条とその上方の吸気ポート周壁部とが離間されていて、

前記吸気ポート周壁部には、ウォータジャケット内を前記導入孔の上方まで延びる冷却水ガイド部が設けられていることを特徴とする多気筒エンジンのシリンダヘッド構造。

【請求項7】 請求項6において、

導入孔は、吸気ポートよりもウォータジャケット内の冷却水の流れの上流側に配置されていることを特徴とする多気筒エンジンのシリンダヘッド構造。

【請求項8】 請求項1において、

吸気ポートの下方には、第1突条内の冷却水通路へシリンダブロック側から冷却水を導入する導入孔が、設けられていることを特徴とする多気筒エンジンのシリンダヘッド構造。

【請求項9】 請求項1において、

ロアデッキ部上面には、各気筒毎に吸気側側壁部から気筒軸心に向かって延びる第2突条が形成され、

前記第2突条の内部には、前記吸気側側壁部に近い側に位置する各気筒の吸気ポートの下流端開口部と排気ポートの上流端開口部との間に冷却水を導くように、該第2突状に沿って冷却水通路が設けられていることを特徴とする多気筒エンジンのシリンダヘッド構造。

【請求項10】 請求項9において、

第2突条は、平面視で気筒列方向に対して第1突状と同じ向きに傾斜していることを特徴とする多気筒エンジンのシリンダヘッド構造。

【請求項11】 請求項10において、

第1及び第2突条は、気筒列方向に略等間隔に形成されていることを特徴とする多気筒エンジンのシリンダヘッド構造。

【請求項12】 請求項9において、

第1及び第2突条は、各々の少なくとも一部分が気筒外周縁の上方に位置していることを特徴とする多気筒エンジンのシリンダヘッド構造。

【請求項13】 請求項9において、

排気側側壁部に近い側に位置する各気筒の吸気ポートの下流端開口部と排気ポートの上流端開口部との間に、各々の周壁部同士をウォータジャケット内で連結する連結補強部が設けられていることを特徴とする多気筒エンジンのシリンダヘッド構造。

【請求項14】 請求項9において、

吸気側側壁部に近い側に位置する各気筒の吸気ポートの下流端開口部と排気ポートの上流端開口部との間に、グローブラグを収容するグローブラグ孔が開口していることを特徴とする多気筒エンジンのシリンダヘッド構造。

【請求項15】 請求項1において、

ロアデッキ部の各気筒軸心に対応する部分の厚さは、気筒外周縁に対応する部分よりも薄いことを特徴とする多

気筒エンジンのシリンダヘッド構造。

【請求項16】 請求項15において、各気筒上方のロアデッキ部上面は、球面状とされていることを特徴とする多気筒エンジンのシリンダヘッド構造。

【請求項17】 エンジンのシリンダヘッドに、複数の各気筒毎の吸気及び排気ポートが気筒列方向に交互に設けられ、

前記吸気ポートの下流端は、気筒列方向から見て気筒軸心の左右両側の2カ所でそれぞれ気筒内に開口される一方、上流端はシリンダヘッドにおける左右いずれか一方の吸気側側壁部に開口され、

前記排気ポートの上流端は、気筒列方向から見て気筒軸心の左右両側の2カ所でそれぞれ気筒内に開口される一方、下流端はシリンダヘッドにおける前記吸気ポートとは反対側の排気側側壁部に開口され、

前記吸気及び排気ポートを囲むようにウォータジャケットが形成されているシリンダヘッド構造において、前記吸気側側壁部に近い側に位置する各気筒の吸気ポートの下流端開口部と排気ポートの上流端開口部との間に、グロープラグを収容するグロープラグ孔が開口され、

前記ウォータジャケット内に臨むシリンダヘッドのロアデッキ部上面には、各気筒毎に前記吸気側側壁部から気筒軸心に向かって延びる突条が形成され、

前記突条の内部には、前記グロープラグ孔の開口部近傍に冷却水を導くように、該第2突条に沿って冷却水通路が設けられていることを特徴とする多気筒エンジンのシリンダヘッド構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、吸気及び排気弁が気筒毎にそれぞれ2つずつ設けられて気筒列方向に交互に配置されている多気筒エンジンのシリンダヘッド構造に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、この種の多気筒エンジンのシリンダヘッド構造として、例えば特開平8-271498号公報や特開平8-270501号公報にそれぞれ開示されるように、各気筒毎の2つの吸気ポートを共に気筒円周方向に指向させながら各気筒内へ向かって開口させたダブルタンジェンシャルポートとして、吸気充填効率の向上とスワール強化との両立を図るようにしたものが知られている。このものでは、例えば図10に示すように、2つの吸気ポートのうち一方aが、気筒外周に沿って大きく回り込むように長く形成され、エンジンの排気側（図の手前側）に近いところで気筒円周方向を向いて気筒b内に直線的に開口する一方、もう一つの吸気ポートcは相対的に短く形成され、エンジンの吸気側に近いところで同様に気筒b内に直線的に開口しており、

図示しないが、各気筒毎の2つずつの吸気弁及び排気弁は気筒列方向に交互に配置されるとともに、平面視で、気筒列方向に向かって全体としてジグザグに並んだいわゆる千鳥配置とされている。尚、この明細書中で「平面視で」というときには、気筒軸心に沿った方向から見た状態をいうものとする。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、一般に、シリンダヘッドの最大熱応力はロアデッキ部の弁座間（弁間ブリッジ部）に発生するので、特に、この部分の幅が狭い4弁式エンジンでは、剛性を落とすことなく、気筒上方のロアデッキ部の冷却性を高める必要がある。

【0004】しかしながら、前記従来例のようなシリンダヘッド構造とした場合には、吸気及び排気ポートのうちの少なくとも1つが各気筒まわりを囲むように形成されるため、ウォータジャケット内で気筒列方向から見ると、そのポートの周壁部により冷却水の流れが妨げられてしまい、気筒上方の冷却性を十分に高めることが困難になる。

【0005】例えば、気筒軸心に沿って燃料噴射ノズルを配置した直噴式ディーゼルエンジンの場合、図5に示すように、ウォータジャケット内を気筒列方向に進む冷却水の流れが吸気ポートの周壁部に邪魔されて、気筒軸心の近くまで届き難くなる上に、そこには噴射ノズルのボス部があるので、このボス部の陰になる排気側の弁間ブリッジ部に冷却水流量を十分に確保することができず、この部分の熱負荷が特に大きいこととも相まって、塑性疲労により亀裂発生に至る虞れがある。

【0006】また、前記図10に示すダブルタンジェンシャルポートのものでは、各気筒の上方で吸気及び排気ポートが気筒円周方向にねじれているので、シリンダヘッドの剛性が不均一になってしまい、応力集中によって耐久性が低下したり、シリンダブロックとの間でのシール性が低下したりすることが懸念される。このことは、過給機等を装備して吸気充填効率の向上を図るとともに、燃焼性を改善して最高筒内圧力（ P_{max} ）を高めるようにした近年のディーゼルエンジンにおいて、特に重大な問題となる。

【0007】本発明は斯かる諸点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、吸気及び排気弁が気筒毎にそれぞれ2つずつ気筒列方向に交互に配置された多気筒エンジンにおいて、主にウォータジャケット内の冷却水の流れに着目してシリンダヘッドの気筒まわりの冷却性を改善するとともに、その剛性を高めることによって、エンジンの高出力化に対応しつつ信頼性の向上を図ることにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、本発明の第1の解決手段では、熱負荷の高い排気ポート開口部近傍のロアデッキ部を補強するように突条を

形成するとともに、この突条内に冷却水通路を設けて、前記排気ポート開口部間のブリッジ部に直接的に冷却水を導くようにした。

【0009】具体的に、請求項1の発明では、エンジンのシリンダヘッドに、複数の各気筒毎の吸気及び排気ポートが気筒列方向に交互に配設され、該各吸気ポートの下流端は、気筒列方向から見て気筒軸心の左右両側の2カ所でそれぞれ気筒内に開口される一方、上流端はシリンダヘッドにおける左右いずれか一方の吸気側側壁部に開口され、前記各排気ポートの上流端は、気筒列方向から見て気筒軸心の左右両側の2カ所でそれぞれ気筒内に開口される一方、下流端はシリンダヘッドにおける前記吸気側側壁部とは反対側の排気側側壁部に開口され、前記吸気及び排気ポートを囲むようにウォータジャケットが形成されているシリンダヘッド構造を前提とする。そして、前記ウォータジャケット内に臨むシリンダヘッドのロアデッキ部上面に、各気筒毎の排気ポートの2つの上流端開口部の近傍から隣接気筒の吸気ポート下方を通して前記吸気側側壁部に至る第1突条を形成し、この第1突条の内部に、冷却水を前記排気ポートの2つの上流端開口部に導くように、該第1突条に沿って冷却水通路を設ける構成とする。

【0010】前記の構成により、このエンジンのシリンダヘッドでは吸排気ポートのレイアウトの結果として、気筒上方のロアデッキ部の冷却性が低くなりやすいが、特に熱負荷の大きい排気ポートの上流側開口部に、第1突条内の冷却水通路を通じて冷却水が直接的に導かれることで、この部分の冷却性を十分に高めることができる。また、前記第1突条を、隣り合う2つの気筒間に亘って形成しているため、シリンダヘッド全体の剛性を高めてシリンダブロックとの間のシール性を向上できる。つまり、シリンダヘッドの剛性を高めるとともに、冷却性の改善を図ることができ、よって、エンジンの高出力化に対応しながら信頼性を向上することができる。

【0011】請求項2の発明では、第1突条を、平面視で気筒列方向に対し斜めになるように略直線状に形成し、かつウォータジャケット内で各気筒の排気ポート周壁部と隣接気筒の吸気ポート周壁部とを接続するものとした。こうすれば、排気ポートの上流端開口部近傍のポート周壁部は剛性が高いので、このポート周壁部と吸気ポート周壁部とが第1突条により繋がれることで、ロアデッキ部の剛性が効果的に高められる。

【0012】請求項3の発明では、各気筒毎の吸気ポートの2つの下流端開口部及び排気ポートの2つの上流端開口部を、それぞれ平面視で第1突条の延びる方向に沿って並ぶように配置した。こうすると、ロアデッキ部上面における吸排気ポートや第1突条のレイアウトが容易に行える。

【0013】請求項4の発明では、各気筒毎の吸気ポートの下流端開口部が、排気ポートの上流端開口部よりも

ウォータジャケット内の冷却水の流れの上流側に配置されていて、第1突条を、その内部の冷却水通路を冷却水がウォータジャケット内の冷却水の流れと略逆方向に流れるように形成する構成とする。

【0014】この構成では、各気筒毎に吸気ポートの下流端開口部が排気ポートの上流端開口部よりも冷却水流の上流側にあるので、排気ポートの上流側開口部間のブリッジ部で熱負荷が特に大きくなりやすい。従って、このような構成において、請求項1の発明のようにシリンダヘッドの冷却性を改善できることは、特に有効な作用効果を奏する。

【0015】請求項5の発明では、排気ポートの上流端開口部近傍のロアデッキ部に、第1突条内の冷却水通路からウォータジャケット内へ流れ出た冷却水を気筒軸心に向かうように指向させる冷却水ガイド部を設けるものとする。このことで、第1突条内の冷却水通路を通じて排気弁間に導かれた冷却水は、冷却水ガイド部により気筒軸心に向かうように指向されるので、気筒上方の冷却性を効果的に改善できる。

【0016】請求項6の発明では、第1突条近傍のロアデッキ部に、シリンダヘッドのウォータジャケット内にシリンダブロック側から冷却水を導入する導入孔を設け、少なくとも該導入孔の近傍では、前記第1突条とその上方の吸気ポート周壁部とを離間させるとともに、該吸気ポート周壁部に、ウォータジャケット内を前記導入孔の上方まで延びる冷却水ガイド部を設ける構成とする。

【0017】この構成によれば、シリンダブロック側から導入孔を通してウォータジャケット内に導かれた冷却水の流れが、導入孔の上方の冷却水ガイド部によりウォータジャケット内の下側に指向され、この冷却水流によって高温のロアデッキ部を効果的に冷却できる。また、前記導入孔の近くで第1突条とその上方の吸気ポート周壁部とが離間されているので、その間を冷却水が流通することで、吸気ポートの冷却性が改善され、吸気充填効率の向上が図られる。このことは、過給後の吸気温度が約120°C以上にもなる過給機付エンジンにおいて、特に有効な作用効果を奏する。

【0018】請求項7の発明では、請求項6の発明における導入孔を、吸気ポートよりもウォータジャケット内の冷却水の流れの上流側に配置した。このことで、導入孔から流れ出た冷却水は、ウォータジャケット内の冷却水の流れに従って第1突条とポート周壁部との間を流通するので、請求項6の発明の作用効果を十分に得ることができる。

【0019】請求項8の発明では、吸気ポートの下方に、第1突条内の冷却水通路へシリンダブロック側から冷却水を導入する導入孔を設けた。これにより、導入孔から第1突条内の冷却水通路に導かれる冷却水によってその周辺が冷やされることで、その導入孔の上方に位置

する吸気ポートの冷却性が高まり、そのことによって吸気充填効率を向上できる。

【0020】請求項9の発明では、ロアデッキ部上面に、各気筒毎に吸気側側壁部から気筒軸心に向かって延びる第2突条を形成し、この第2突条の内部に、前記吸気側側壁部に近い側に位置する各気筒の吸気ポートの下流端開口部と排気ポートの上流端開口部との間に冷却水を導くように、該第2突条に沿って冷却水通路を設ける構成とする。

【0021】この構成によれば、第1突条に加えて、第2突条により吸気側側壁部に近い側の気筒外周上でもロアデッキ部の剛性が高められる。また、前記第1突条内の冷却水通路に加えて、前記第2突条内の冷却水通路によっても冷却水を気筒軸心寄りに導くことができるので、気筒上方の冷却性をさらに高めることができる。

【0022】請求項10の発明では、請求項9の発明における第2突条を、平面視で気筒列方向に対し第1突条と同じ向きに傾斜させるものとする。このことで、第1及び第2突条をロアデッキ部上面に容易にレイアウトできる。また、各突条内の冷却水通路を互いに平行に設けるようにすれば、シリンダヘッドの製造時に、それらの冷却水通路の穿孔のための工数を低減できる。

【0023】請求項11の発明では、請求項10の発明における第1及び第2突条を、気筒列方向に略等間隔に形成した。こうすれば、シリンダヘッドの剛性を全体として略均等に高めることができる。

【0024】請求項12の発明では、請求項9の発明における第1及び第2突条を、各々の少なくとも一部分が気筒外周縁の上方に位置するように形成した。こうすれば、各突条により、ロアデッキ部を気筒外周縁で強化することができる。気筒まわりのシール性を効果的に高めることができる。

【0025】請求項13の発明では、請求項9の発明において、排気側側壁部に近い側に位置する各気筒の吸気ポートの下流端開口部と排気ポートの上流端開口部との間に、各々の周壁部同士をウォータジャケット内で連結する連結補強部を設ける構成とする。このことで、排気側側壁部に近い側の気筒外周上のロアデッキ部を補強連結部により強化して、気筒まわりのシール性を吸気側及び排気側の両方で略均等に向上できる。

【0026】請求項14の発明では、請求項9の発明において、吸気側側壁部に近い側に位置する各気筒の吸気ポートの下流端開口部と排気ポートの上流端開口部との間に、グローブラグを収容するグローブラグ孔が開閉しているものとする。このものでは、グローブラグ孔の開閉部近傍でロアデッキ部の剛性が特に低くなるので、請求項9の発明のように該ロアデッキ部の剛性及び冷却性を向上できることは特に有効な作用効果を奏する。

【0027】請求項15の発明では、ロアデッキ部の各気筒軸心に対応する部分の厚さを、気筒外周縁に対応す

る部分よりも薄くした。このことで、気筒上方のロアデッキ部をできるだけ薄肉にして冷却性を高めながら、下方の燃焼室側から作用する燃焼圧力に対する剛性を高めることができる。

【0028】請求項16の発明では、各気筒上方のロアデッキ部上面を球面形状とした。このことで、請求項15の発明の作用効果を十分に得ることができる。

【0029】次に、本発明の第2の解決手段では、各気筒毎に、グローブラグ孔を吸気側側壁部に近い吸気及び排気ポート開口部間で気筒内に開口するように設けた場合に、そのグローブラグ孔の開口部近傍でロアデッキ部の剛性が特に低くなることに着目して、その近傍に突条を形成するとともに、この突条内に冷却水通路を設けて冷却水を直接的に導くようにした。

【0030】具体的に、請求項17の発明では、エンジンのシリンダヘッドに、複数の各気筒毎の吸気及び排気ポートが気筒列方向に交互に設けられ、該吸気ポートの下流端は、気筒列方向から見て気筒軸心の左右両側の2カ所でそれぞれ気筒内に開口される一方、上流端はシリンダヘッドにおける左右いずれか一方の吸気側側壁部に開口され、前記排気ポートの上流端は、気筒列方向から見て気筒軸心の左右両側の2カ所でそれぞれ気筒内に開口される一方、下流端はシリンダヘッドにおける前記吸気ポートとは反対側の排気側側壁部に開口され、前記吸気及び排気ポートを囲むようにウォータジャケットが形成されているシリンダヘッド構造を前提とする。そして、前記吸気側側壁部に近い側に位置する各気筒の吸気ポートの下流端開口部と排気ポートの上流端開口部との間に、グローブラグを収容するグローブラグ孔が開閉されていて、前記ウォータジャケット内に臨むシリンダヘッドのロアデッキ部上面に、各気筒毎に前記吸気側側壁部から気筒軸心に向かって延びる突条を形成し、この突条の内部に、前記グローブラグ孔の開口部近傍に冷却水を導くように、該第2突条に沿って冷却水通路を設ける構成とする。

【0031】すなわち、前記エンジンのシリンダヘッドでは、吸排気ポートのレイアウトの結果として気筒上方のロアデッキ部の冷却性が低くなりやすい上に、吸気側側壁部に近い側に位置する各気筒の吸気ポートの下流端開口部と排気ポートの上流端開口部との間にグローブラグ孔が開閉しているので、その開口部近傍の剛性が低下して、塑性疲労により亀裂発生に至る虞れがある。これに対し、前記の構成によれば、前記グローブラグ孔の開口部近傍に突条内の冷却水通路を通じて冷却水が直接的に導かれることにより、この部分の冷却性を十分に高めて、熱負荷を低減することができる。しかも、前記突条により吸気側側壁部に近い方の気筒外周上でロアデッキ部を効果的に補強でき、よって、グローブラグ孔の開口部近傍の剛性を効果的に高めかつ冷却性を改善して、信頼性を向上することができる。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面に基いて説明する。

【0033】（エンジン全体構成）図2は本発明の実施形態に係る4気筒直噴式ディーゼルエンジン1を示し、このエンジン1は4つの気筒2、2、…（図5参照）を有する鋳鉄製シリンダブロック3と、その上に組み付けられたアルミ合金製シリンダヘッド4と、該シリンダヘッド4上面に組み付けられたシリンダヘッドカバー5と、シリンダブロック3の下面に組み付けられたオイルパン6とを有するものである。各気筒2内には、燃焼室を区画しかつクランク軸7に連結されるピストン8が往復動可能に嵌挿され、この気筒2内の燃焼室に燃料噴射ノズル9から燃料がダイレクトに噴射供給されるようになっている。

【0034】前記シリンダヘッド4の吸気側（図の右側）側壁部4aには吸気マニホルド10が取り付けられていて、吸気はこの吸気マニホルド10からシリンダヘッド4の吸気ポート12を流通し、吸気弁13、13（図3参照）を経て各気筒2内の燃焼室へ供給される。また、吸気マニホルド10の隣りには燃料噴射ポンプ14が配設され、図示しないタイミングベルトを介してクランク軸7により駆動されて、各気筒2に対応する燃料噴射ノズル9に対し燃料供給管15を介して高圧燃料を圧送供給するようになっている。

【0035】一方、シリンダヘッド4の排気側（図の左側）側壁部4bには排気マニホルド16が取り付けられ、この排気マニホルド16が排気ポート17により排気弁18、18を介して各気筒2内の燃焼室に連通されていて、該燃焼室から燃焼ガスを排出するようになっている。この排気マニホルド16にはターボ過給機19が取り付けられており、このターボ過給機19により圧縮された吸気が図示しないインタークーラを介して前記吸気マニホルド10へ圧送される。さらに、前記シリンダヘッドカバー5の上面から燃料噴射ポンプ14の上方に亘る範囲には、その範囲を覆って騒音や振動を減衰させる樹脂製の遮音カバー20が配設されている。

【0036】尚、この明細書中では、説明の便宜のために前記シリンダブロック3の長手方向、即ち4つの気筒2、2、…が一列に並ぶ気筒列方向をエンジン前後方向と定義し、クランク軸7の出力端が位置する側をエンジン1の後側と呼び、反対側（図の手前側）をエンジン1の前側と呼ぶことにする。

【0037】エンジン1は、図3及び図4に示すように、各気筒毎に吸気及び排気弁13、18がそれぞれ2つずつ配設された4弁式のもので、この吸気及び排気弁13、18を1本のカムシャフト21により駆動するSOHCレイアウトの動弁系を有している。このカムシャフト21は、シリンダヘッド4の上部において排気側（図3の左側、図4の上側）に偏位しかつエンジン前後

方向（図4の左右方向）に延びるように配置されていて、所定間隔を空けて配置された6つの軸受部22、22、…により回転自在に支持されている。

【0038】また、前記カムシャフト21の斜め上方には、該カムシャフト21に平行にロッカーシャフト23（図3にのみ示す）が配設されている。このロッカーシャフト23には、互いに長さの異なる吸気側及び排気側ロッカーアーム24、25、…が揺動自在に支持されており、クランク軸7の回転に同期してカムシャフト21が回転すると、各気筒2毎の所定のタイミングで該ロッカーアーム24、25、…が揺動されて、それぞれロッカーブリッジ26を介して吸気及び排気弁13、18を押し下げようになっている。

【0039】すなわち、例えば図3に示すように、2つの吸気弁13、13の弁軸端に掛け渡されたロッカーブリッジ26は、両吸気弁13、13の間に心棒に沿って上下に往復動するように配置される一方、両吸気弁13、13の軸心間の中央位置で吸気側ロッカーアーム24と揺動可能に当接しており、この吸気側ロッカーアーム24により押し下げられることで、前記2つの吸気弁13、13が同時に押し開かれる。同様に、2つの排気弁18、18も、排気側ロッカーアーム25により同時に開作動されるようになっている。

【0040】また、前記吸気弁及び排気弁13、18、…は、前記図4に示すように気筒列方向に交互に、かつ平面視で全体としてジグザグに並んだいわゆる千鳥配置とされている。言い換えると、各気筒2毎の2つの吸気弁13、13は、その軸心間を結ぶ線分の中点、即ち吸気側ロッカーアーム24とロッカーブリッジ26との当接位置が、排気側ロッカーアーム25とロッカーブリッジ26との当接位置（2つの排気弁18、18の軸心間を結ぶ線分の中点）よりも前記カムシャフト21に近くなるように配置されていて、吸気側ロッカーアーム24のてこ比が排気側よりも長くなっている。このことで、吸気弁13、13のリフト量が自ずと大きくなり、吸気効率が高められる。

【0041】（シリンダヘッドの構成）次に、このエンジン1のシリンダヘッド4の構成について詳細に説明する。

【0042】図4及び図5に示すように、シリンダヘッド4には、平面視で4つの気筒2、2、…のそれぞれを円周方向に等間隔に4カ所を取り囲むように、合計10個のヘッドボルト孔29、29、…が形成されており、このヘッドボルト孔29、29、…にそれぞれ図示しないヘッドボルトが挿通されて、シリンダブロック3のボルト穴に螺合締結されることにより、シリンダブロック3とシリンダヘッド4とが強固に結合されるようになっている。尚、排気側の3つのヘッドボルト孔29、29、…の近傍には、それぞれ、クランクケース内のブローバイガスを排出するための貫通孔28、28、…が設

けられており、この貫通孔28、28、…はシリンダヘッドカバー5内に溜まったエンジンオイルをオイルパン6内に落とすオイル落とし穴の機能も有している。

【0043】また、燃料噴射ノズル9を収容して保持するノズルホール31が気筒軸心xに沿って形成され、平面視で前記吸気及び排気ポートの4つの開口部11a、12a、17a、17bに囲まれてそれらの中央に開口しているとともに、エンジン1の冷間時に燃料の着火を助勢する図示しないグロープラグの収容孔32（グロープラグ孔）が、第2吸気ポート12の開口部12aと排気ポート17の第1開口部17aとの間、即ちカムシャフト21に近い方のポート開口部の間で気筒2内に開口するように設けられている。

【0044】さらに、各気筒2毎に2つの吸気ポート11、12と1つの排気ポート17とが設けられており、図5に示すように、第1吸気ポート11は、吸気側側壁部4aから排気側に向かって延びながら気筒外周に沿って大きく回り込むように形成され、気筒軸心xよりも排気側寄りの位置で気筒円周方向を向いて気筒2内に開口している。一方、第2吸気ポート12は前記第1吸気ポート11よりも短く形成され、気筒軸心xよりも吸気側寄りの位置で気筒円周方向を向いて気筒2内に開口している。

【0045】つまり、前記2つの吸気ポート11、12は、各気筒2の上方で円周方向にねじれて、その開口方向が気筒円周方向を指向するようなダブルタンジェンシャルポートとされており、それらの各開口部11a、12aは、一般的な4弁式エンジンに対し円周方向に約75°くらい回転変位したところに配置されている。このような吸気ポートの形状により、各気筒2への吸気充填効率を高めつつ、吸気スワールを十分に強化することができる。

【0046】そして、そのような吸気ポート開口部11a、12aの配置に伴い、排気ポート17の2つの開口部17a、17bも同様に円周方向に回転変位して配置されることになる。すなわち、排気ポート17の第1開口部17aは気筒軸心xよりも吸気側寄りに、また、第2開口部17bは気筒軸心xよりも排気側寄りに位置し、それらが気筒上方で合流して排気側側壁部4bに向かって延びている。言い換えると、このエンジン1の吸気及び排気ポート11、12、17は、それぞれ気筒列方向から見て気筒軸心xの左右両側の2カ所で気筒2内に開口している。また、前記図4に示すように、各気筒2毎の2つの吸気弁13、13と2つの排気弁18、18とは、エンジン前後方向に交互に配置されるときともに、全体としてジグザグに並んだいわゆる千鳥配置とされている。

【0047】また、シリンダヘッド4のエンジン前端から後端に亘って、前記図5に示すように、ウォータージャケットWが吸気及び排気ポート11、12、17を取り

囲むように形成されている。このウォータージャケットWは、シリンダヘッド4のロアデッキ部4cを貫通する多数の水穴（導入孔）33、33、…によりシリンダブロック3のウォータージャケット（図示せず）に連通されており、該シリンダブロック3側から導入される冷却水が図に矢印で示すようにエンジン前端側に向かって流れて、この前端側の壁部に開口する冷却水出口34から排出されるようになっている。

【0048】さらに、シリンダヘッド4の前端面には、図示しないが、前記冷却水出口34に連通するように高温側冷却水パイプが取り付けられていて、シリンダヘッド4のウォータージャケットWから排出された高温の冷却水が車両のラジエータに送られる一方、該ラジエータとシリンダブロック3とは低温側冷却水パイプにより接続されており、ラジエータで冷却されて低温となった冷却水がシリンダブロック3に戻されるようになっている。

【0049】ここで、前記ウォータージャケットW内で気筒列方向に見ると、各気筒2の上方では、第1及び第2吸気ポート11、12の周壁部がロアデッキ部4cの上面から気筒外周に沿って立ち上がり、斜め上方の吸気側側壁部4aまで延びている一方、排気ポート17の周壁部も同様にロアデッキ部4cの上面から立ち上がって排気側側壁部4bまで延びている（図10参照）。このため、ウォータージャケットW内をエンジン後端側から前端側に向かう冷却水の流れは、第1吸気ポート11の周壁部に邪魔されて気筒中心には届きにくくなっており、この結果として冷却性が低下する虞れがある。

【0050】しかも、各気筒2の4つのポート開口部の中心には、内部にノズルホール31を有するボス部36が気筒軸心xに沿って立設されているため（図8参照）、該ボス部36の陰になる排気ポート開口部17a、17b間のブリッジ部では、熱負荷が極めて大きいにも拘わらず、冷却水流量を十分に確保することが極めて困難である。さらに、上述の如く、吸気側側壁部4aに近い方の吸気及び排気ポート開口部12a、17aの間には、グロープラグ孔32が開口しているので、その開口部近傍の剛性低下も懸念される。

【0051】そこで、このエンジン1では本発明の特徴部分として、図1及び図6～図8に示すように、ウォータージャケットWに臨むロアデッキ部4cの上面に第1及び第2補強リブ（突条）38、39を形成し、その補強リブ38、39内にクロスドリル孔（冷却水通路）40、41を設けて、排気側の弁間ブリッジ部やグロープラグ孔32の近傍に直接、冷却水を導くようにしている。

【0052】詳しくは前記図6に示すように、第1補強リブ38の基端側（図の下側）は、各気筒2の第2吸気ポート12の開口部12aと隣り合うヘッドボルト孔29との間に位置し、該第2吸気ポート12の周壁部とヘッドボルト孔29のボス部29aとを繋ぐように一体的

に形成されている。一方、第1補強リブ38の先端側（図の上側）は、隣接する気筒2の排気ポート17の2つの開口部17a、17bの近傍に位置し、該排気ポート17の周壁部と繋がるように形成されている。

【0053】言い換えると、第1補強リブ38は、ウォータージャケットW内の冷却水流に対向するように、平面視でエンジン前後方向に対し斜めに設けられ、隣接する気筒2間で排気ポート17の第1開口部17aの周壁部と第2吸気ポート12の開口部12aの周壁部とを連結しており、このように、それぞれ剛性の高いポート開口部近傍の周壁部同士が連結されることで、ロアデッキ部4cの剛性が効果的に高められている。また、第1補強リブ38、38、…は、各気筒2毎に吸気ポート開口部11a、12aや排気ポート開口部17a、17bがそれぞれ並ぶ方向に延びるように形成されており、このことで、第1補強リブ38、38、…をポート開口部に干渉させずに、気筒2間に十分に長く形成することができる。

【0054】一方、第2補強リブ39、39、…は、平面視で第1補強リブ38、38、…と略平行にかつ略等間隔に形成され、それぞれ吸気側側壁部4aから気筒軸心xに向かってグローブラグ孔32の開口部近傍まで延びている。このように、第1補強リブ38、38、…と第2補強リブ38、39とが略平行に、かつ気筒列方向に略等間隔に配置されていることで、シリンダヘッド4の剛性を全体として略均等に高めることができる上に、それらをロアデッキ4c上へ容易にレイアウトできる。

【0055】しかも、前記第1補強リブ38、38、…は、各気筒2のエンジン前後方向両端側で気筒外周縁上方に位置するように配置され、また、第2補強リブ39、39、…は、各気筒2の吸気側側壁部4aに近い方の気筒外周縁上方に位置するように配置されており、これに加えて、各気筒2毎に排気側側壁部4bに近い方の吸気及び排気ポート開口部11a、17bの間には、そのポート周壁部同士を連結するように、ロアデッキ4c上に第3補強リブ42（連結補強部）が形成されている。つまり、ロアデッキ部4は第1～第3の各補強リブ38、39、42によって各気筒2を囲む4カ所で補強されることになり、このことで、気筒まわりのシール性を略均等に向上させることができる。

【0056】そして、前記第1及び第2補強リブ38、39内には、それぞれ冷却水を各気筒2の軸心x寄りに導くクロスドリル孔（冷却水通路）40、41が設けられている。詳しくは、第1補強リブ38内のクロスドリル孔40は、図7にも示すように、シリンダヘッド4の吸気側側壁部4aの外側から第1補強リブ38に沿って穿孔され、平面視で2つの排気ポート開口部17a、17bの中間位置に開口している。このクロスドリル孔40の出口側開口部の近傍には、図8にも示すように、排気ポート17の周壁部からロアデッキ部4cに亘る壁状

の冷却水ガイド部44が形成されていて、クロスドリル孔40によって導かれた冷却水を同図に矢印で示すように気筒軸心x寄りに指向させて、各気筒2の上方の冷却性をさらに改善できるようになっている。

【0057】しかも、同図に示すように、ロアデッキ部4cの上面は、各気筒2の上方に対応する部分が球面形状とされ、気筒軸心xに対応する部分が気筒外周縁に対応する部分よりも薄くなっているため、下方の燃焼室からの熱伝達性を高めて冷却性を向上することができるとともに、該燃焼室側から作用する燃焼圧力に対して十分に高い剛性を持たせることができる。

【0058】一方、吸気側側壁部4aに近いクロスドリル孔40の上流側には、ロアデッキ部4cを貫通する導入孔45が開口しており、この導入孔45によって、シリンダブロック3側のウォータージャケットから冷却水が供給されるようになっている。この導入孔45はちょうど第1吸気ポート11の下方に位置しているため（図1参照）、この導入孔45からの冷却水によって周辺のウォータージャケットW内が冷やされることで、その上方の第1吸気ポート11も冷却されることになり、これにより、吸気充填効率が向上する。尚、同図の46、46、…は、クロスドリル孔の上流端部を閉止するプラグである。

【0059】また、前記図8に示すように、第1補強リブ38に対しウォータージャケットW内の冷却水流について上流側（図の右側）に隣接する水穴33の上方には、第1吸気ポート11の周壁部からウォータージャケット内を延びるように舌状の冷却水ガイド部47が設けられているとともに、その近傍では、第1補強リブ38と第1吸気ポート11の周壁部とが離間されて、冷却水が流通するようになっている。このため、前記水穴33を通過してシリンダブロック3側から流れてきた冷却水は、同図に矢印で示すようにその上方の冷却水ガイド部47により下側に指向され、ウォータージャケットW内の冷却水の流れに従って、前記第1補強リブ38とポート周壁部との間を通過して、気筒軸心xに沿うボス部36の周囲に流通するようになる。

【0060】このことで、気筒2上方のロアデッキ部4cを効果的に冷却することができるとともに、吸気ポート11、12の冷却性も改善される。特にこの実施形態のエンジン1にはターボ過給機19が装備されていて、過給後の吸気温度は約120℃以上にもなるので、前記のように吸気ポート11、12の冷却性を改善して、吸気充填効率が向上できることは、特に有効な作用効果を奏する。

【0061】一方、第2補強リブ39内のクロスドリル孔41は、図9にも示すように、前記クロスドリル孔40と同様に第2補強リブ39に沿って穿孔されていて、ロアデッキ部4cを貫通する導入孔45によりシリンダブロック3側から導入された冷却水を、グローブラグ孔

32の開口部32aの近傍に導くようになっている。すなわち、上述の如く、グロープラグ孔32は第2吸気ポート12の開口部12aと排気ポート17の第1開口部17aとの間に開口するように設けられているので、この開口部32a近傍の剛性低下が懸念されるが、この実施形態では、その開口部32a近傍に前記クロスドリル孔41によって直接的に冷却水を導いて、冷却性を高めるようにしているので、当該開口部32a近傍の熱負荷を低減させて、信頼性を十分に高めることができる。

【0062】また、前記第1及び第2補強リブ38、39内のクロスドリル孔40、41はそれぞれ平行に穿孔されており、このことで、シリンダヘッド4の製造時にそれらのクロスドリル孔40、41、…を穿孔する際の工数低減が図られている。

【0063】したがって、この実施形態に係るエンジン1のシリンダヘッド構造によれば、図1に示すように、吸排気ポート11、12、17が複雑にレイアウトされていて、その結果として気筒まわりの冷却性が低くなりやすい構造であるにも拘わらず、クロスドリル孔40、41や冷却水ガイド部44、47により、同図に矢印で示すように冷却水を各気筒2の軸心x寄りに指向させて、気筒まわりの冷却性を十分に高めることができる。

【0064】特に、前記シリンダヘッド4のウォータジャケットW内では、冷却水がエンジン後端側から前端側に向かって流れるようになっており（図5参照）、熱負荷の高い排気ポート開口部17a、17bの間や、剛性低下が懸念されるグロープラグ孔32の開口部32a近傍等が、いずれも吸気ポート11、12等の陰になっているものの、これらの部分に対しては、第1及び第2補強リブ38、39内のクロスドリル孔40、41により直接的に冷却水を導いて、十分な冷却水流量を確保するようにしているので、信頼性低下を確実に防止できる。

【0065】また、シリンダヘッド4のロアデッキ部4c上面に第1及び第2補強リブ38、39、…を形成して、シリンダヘッド4全体の剛性を高めるとともに、さらに、第3補強リブを形成して、各気筒2の外周縁上方においてロアデッキ部4cの剛性を略均等に高めることで、シリンダヘッド4とシリンダブロック3との間のシール性を向上することができ、上述の冷却性の改善と併せて、エンジン1の高出力化に対応しながら、信頼性を向上することができる。

【0066】尚、本発明は前記実施形態に限定されるものではなく、その他の種々の実施形態を包含するものである。すなわち、前記実施形態にかかるエンジン1は、各気筒2毎の2つの吸気ポート11、12を両方共にタンジェンシャルポートにしているが、これに限るものではなく、例えばいずれか一方をヘリカルポートにしてもよい。また、本発明は、ディーゼルエンジンに限らずガソリンエンジンにも適用できる。

【0067】また、前記実施形態のシリンダヘッド4で

は、ロアデッキ部に第1及び第2の2種類の補強リブ38、39を形成しているが補強リブはいずれか一方のみであってもよい。

【0068】

【発明の効果】以上、説明したように、請求項1の発明における多気筒エンジンのシリンダヘッド構造によると、吸排気ポートのレイアウトに起因して気筒上方の冷却性が低くなりやすい前提構成であっても、特に熱負荷の大きい排気ポートの2つの上流端開口部の間に冷却水通路を通じて冷却水を直接的に導いて、冷却性を十分に高めることができるとともに、隣り合う2つの気筒間に亘る第1突条を形成してシリンダヘッド全体の剛性を高めることで、各気筒のシール性を向上できる。よって、シリンダヘッドの剛性及び冷却性を向上させて、エンジンの高出力化に対応しながら信頼性を向上することができる。

【0069】請求項2の発明によると、排気ポートの上流端開口部近傍のポート周壁部と吸気ポート周壁部とを第1突条により繋いで、ロアデッキ部の剛性を効果的に高めることができる。

【0070】請求項3の発明によると、ロアデッキ部上面における吸排気ポートや第1突条のレイアウトが容易に行える。

【0071】請求項4の発明によると、排気ポートの上流端開口部が各気筒毎に冷却水流の下流側に配置されている場合に、請求項1の発明の効果が特に有効になる。

【0072】請求項5の発明によると、第1突条内の冷却水通路から流れ出た冷却水を冷却水ガイド部によって気筒軸心に向けて指向させることにより、気筒上方の冷却性を効果的に改善できる。

【0073】請求項6の発明によると、導入孔を通して供給された冷却水をその上方の冷却水ガイド部によってウォータジャケット内の下側に指向させることにより、高温のロアデッキ部を効果的に冷却できる。また、請求項7の発明によると、前記の効果を十分に得ることができる。

【0074】請求項8の発明によると、冷却水通路に冷却水を導入する導入孔を吸気ポートの下方に設けることで、該吸気ポートの冷却を促進して、吸気充填効率を向上できる。

【0075】請求項9の発明によると、第2突条によって、吸気側側壁部に近い側で気筒まわりのシール性を高めることができるとともに、該第2突条内の冷却水通路によっても冷却水を気筒軸心に向けて導くことができ、冷却性をさらに高めることができる。

【0076】請求項10の発明によると、第1及び第2突条のレイアウトが容易に行える上に、冷却水通路の穿孔のための工数を低減できる。

【0077】請求項11の発明によると、シリンダヘッド剛性を全体として略均等に高めることができる。

【0078】請求項12の発明によると、突条によって気筒まわりのシール性を効果的に高めることができる。

【0079】請求項13の発明によると、連結補強部により排気側側壁部に近い側で気筒まわりのシール性を高めることができるので、吸気側及び排気側の両方で略均等にシール性を向上できる。

【0080】請求項14の発明によると、気筒内に開口するグローブプラグ孔の近傍でロアデッキ部の剛性及び冷却性を向上できる。

【0081】請求項15の発明によると、気筒上方のロアデッキ部の冷却性を高めながら、燃焼圧力に対する剛性を高めることができ、また、請求項16の発明によると、前記の効果を十分に得ることができる。

【0082】また、請求項17の発明における多気筒エンジンのシリンダヘッド構造によると、吸排気ポートのレイアウトに起因して気筒上方の冷却性が低くなりやすい上に、グローブプラグ孔の開口部近傍で信頼性低下が懸念されるような前提構成であっても、その部分の剛性を突条によって高めるとともに、該突条内の冷却水通路を通じて直接、冷却水を導くことで、冷却性を十分に高めることができ、よって、冷却性及び信頼性を向上できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係るシリンダヘッド構造を示す平面部分断面図である。

【図2】実施形態に係るディーゼルエンジンの全体構成を示す図である。

【図3】吸排気ポートの配置や動弁系の構成を示すシリンダヘッドの縦断面図である。

【図4】ロッカーシャフト等を省略した状態でシリンダヘッドの構成を示す平面図である。

【図5】吸排気ポートの配置やウォータージャケットの構

成を示すシリンダヘッドの平面断面図である。

【図6】図5とは異なる断面によるシリンダヘッドの平面断面図である。

【図7】図6のA-A線における縦断面図である。

【図8】図6のB-B線における縦断面図である。

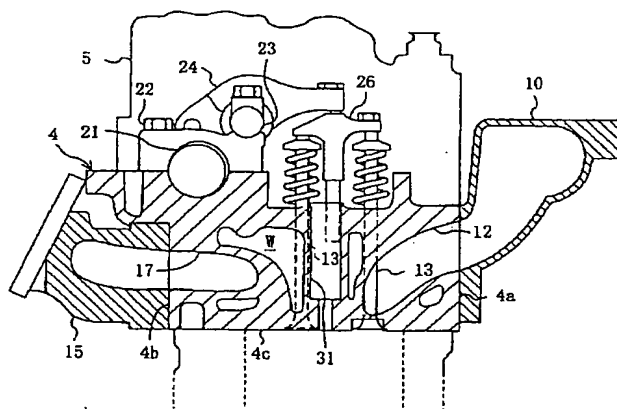
【図9】図6のC-C線における縦断面図である。

【図10】ダブルタンジェンシャルボートのエンジンの吸排気ポートの配置構成を示す説明図である。

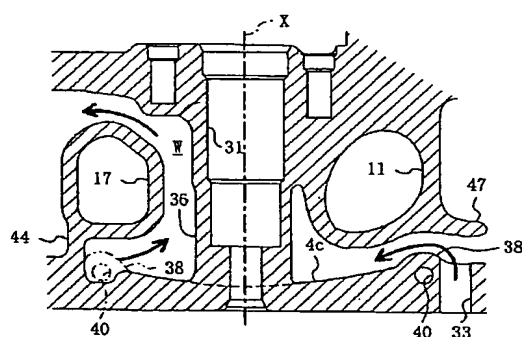
【符号の説明】

W	シリンダヘッドのウォータージャケット
1	4気筒ディーゼルエンジン
2	気筒
3	シリンダブロック
4	シリンダヘッド
4a	吸気側側壁部
4b	排気側側壁部
4c	ロアデッキ部
9	噴射ノズル
11, 12	吸気ポート
11a, 11b	吸気ポート開口部
17	排気ポート
17a, 17b	排気ポート開口部
32	グローブプラグ孔
32a	グローブプラグ孔の開口部
33	水穴（導入孔）
38	第1補強リブ（第1突条）
39	第2補強リブ（第2突条）
40, 41	クロスドリル孔（冷却水通路）
42	第3補強リブ（連結補強部）
44, 47	冷却水ガイド部
45	導入孔
x	気筒軸心

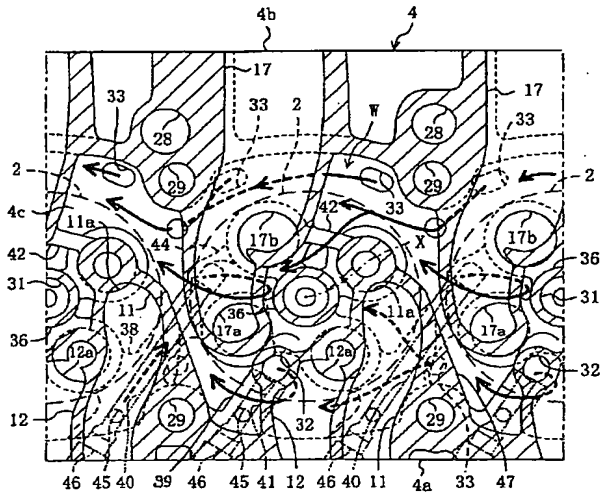
【図3】



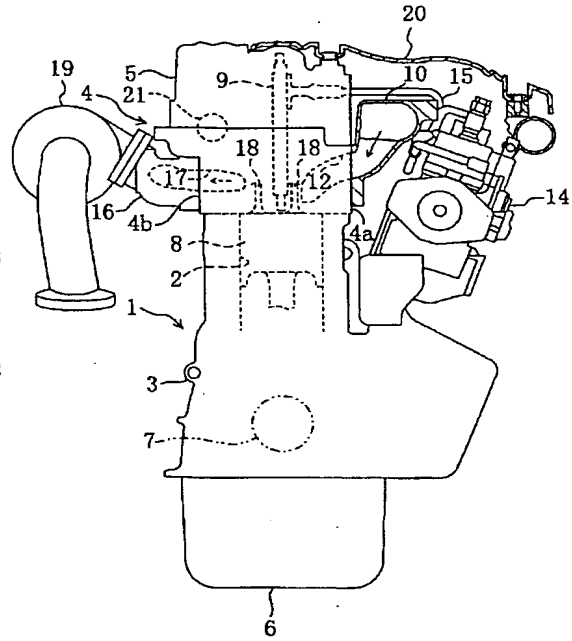
【図8】



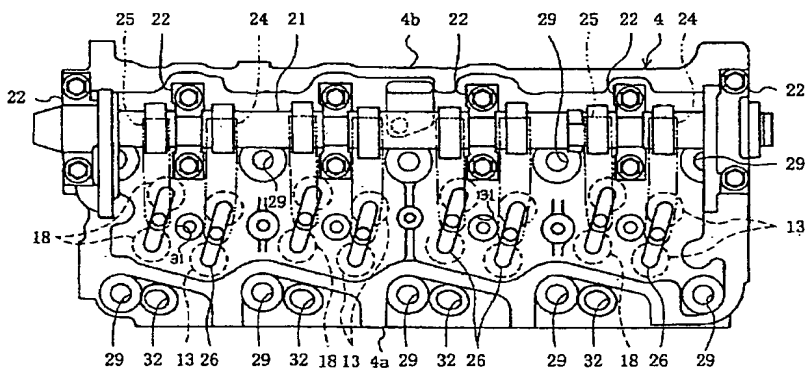
【図1】



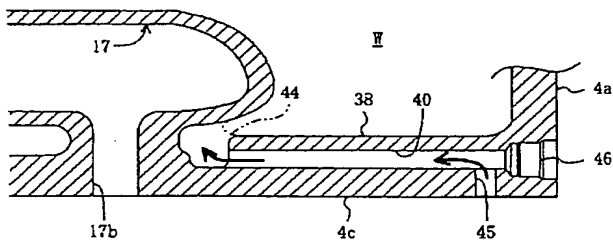
【図2】



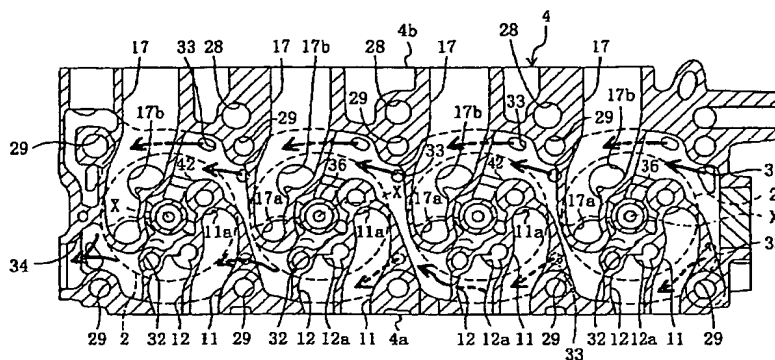
【図4】



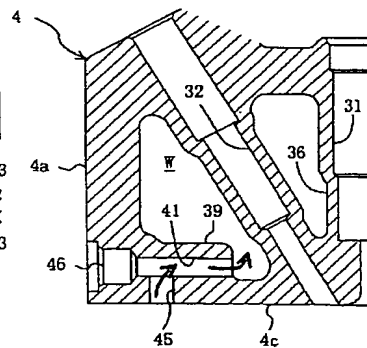
【図7】



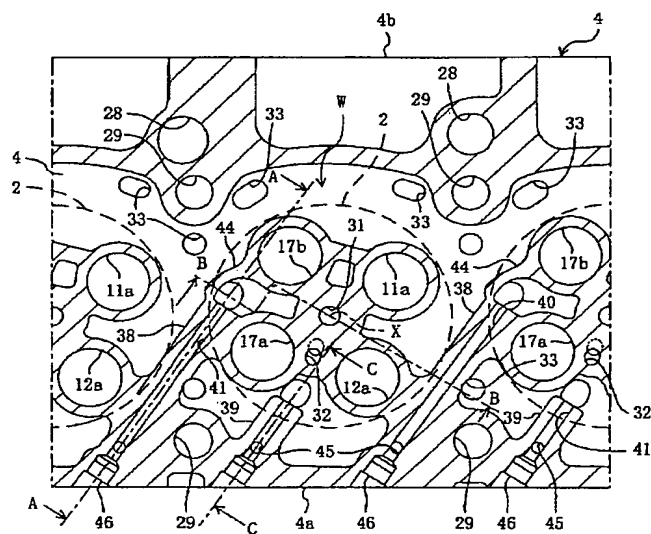
【図5】



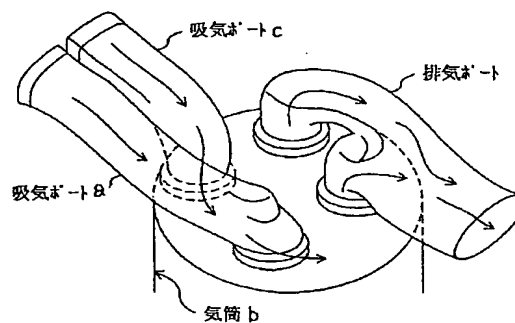
【図9】



【図6】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷
F 0 2 F 1/40

識別記号

F I
F 0 2 F 1/40

テーム(参考)
B
A

(72)発明者 山形 直之
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ
株式会社内

Fターム(参考) 3G024 AA06 AA09 AA11 AA71 BA05
CA03 CA05 CA26 DA02 DA06
DA09 DA18 FA01 FA05